

Fertilidade do solo em pastagem como construir e monitorar



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 460

Fertilidade do solo em pastagem como construir e monitorar

*Moacyr Bernardino Dias-Filho
Monyck Jeane dos Santos Lopes*

***Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2021***

Disponível no endereço eletrônico: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903, Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente
Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva
Luciana Gatto Brito

Membros
Alexandre Mehl Lunz, Alfredo Kingo Oyama Homma, Alysson Roberto Baizi e Silva, Andréa Liliane Pereira da Silva, Joao Paulo Castanheira Lima Both, Laura Figueiredo Abreu, Luciana Serra da Silva Mota, Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Supervisão editorial e revisão de texto
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica
Enila Nobre Nascimento Calandrini Fernandes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de ilustrações e fotografias e editoração eletrônica
Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa:
Moacyr Bernardino Dias-Filho

1ª edição
Publicação digitalizada (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Oriental

Dias-Filho, Moacyr Bernardino.

Fertilidade do solo em pastagem: como construir e monitorar. / Moacyr Bernardino, Monyck Jeane dos Santos Lopes. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021.

24 p. ; 16 cm x 22 cm. – (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 460).

1. Fertilidade do solo. 2. Manejo do solo. 3. Pastagens. I. Lopes, Monyck Jeane dos Santos. II. Título. IV. Embrapa Amazônia Oriental. V. Série.

CDD 21 ed. 631.4

Enila Nobre Nascimento Calandrini Fernandes (CRB 2/1390) © Embrapa, 2021

Autores

Moacyr Bernardino Dias-Filho

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Ecofisiologia Vegetal,
pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Monyck Jeane dos Santos Lopes

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora
PCI do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA

Apresentação

O solo é a base da segurança alimentar global. Preservar esse recurso natural não renovável é essencial para garantir a prosperidade do planeta.

A manutenção da fertilidade do solo no ecossistema de pastagem apresenta complexidade bem maior do que em outros ecossistemas agrícolas. Entender os princípios biológicos que regem a construção e a manutenção da fertilidade do solo nesse ecossistema é essencial para a implementação de boas práticas de manejo que promovam o seu uso de forma eficiente.

Neste texto são tratados, de forma simples e prática, a importância de estratégias de manejo que contribuam para a construção da fertilidade do solo sob pastagens e as formas diretas e indiretas de monitorar essa fertilidade.

A presente obra representa uma contribuição importante da Embrapa Amazônia Oriental para orientar técnicos e produtores rurais no planejamento e uso de práticas de manejo que se traduzam em pastagens mais sustentáveis, contribuindo assim para o aumento da produtividade no campo e a preservação do meio ambiente.

Adriano Venturieri

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Introdução	9
Manejo da fertilidade do solo em pastagens: a importância da matéria orgânica	10
Adubação e correção do solo	11
Ciclagem de nutrientes em pastagens	12
Manejo do pastejo	13
Controle das plantas daninhas	15
Uso do fogo	16
Monitorando a fertilidade do solo sob pastagem	19
Considerações finais	23
Referências	23

Introdução

O solo é um dos mais preciosos recursos naturais não renováveis, sendo essencial para a segurança alimentar global. Na atividade pecuária, a fertilidade do solo é uma das características fundamentais para garantir a estabilidade e produtividade do ecossistema de pastagem.

“Construir a fertilidade do solo” no ecossistema de pastagem remete a um processo no qual, por meio de estratégias de manejo, possibilita-se o acúmulo de nutrientes no solo. Para isso, a entrada desses nutrientes no solo da pastagem deve se processar em um ritmo que suplante as saídas (perdas).

No ecossistema da pastagem, o monitoramento da fertilidade do solo pode ser alcançado de forma direta, por análises laboratoriais convencionais, e indireta, pela observação e interpretação criteriosas de sinais que revelem essa fertilidade.

A estratégia de manejo agronomicamente mais eficaz e economicamente mais viável para construir a fertilidade do solo em ecossistemas de pastagem, seja ela plantada ou natural, começa por manter estável a cobertura vegetal desse solo. O segundo passo dessa estratégia é promover a rápida e eficiente ciclagem dos nutrientes contidos nesse ecossistema.

A manutenção da cobertura vegetal no solo da pastagem contribui para atenuar episódios que conduzem à perda de sua fertilidade e do próprio solo. Dentre esses episódios, são particularmente danosos o aumento na taxa de decomposição do carbono orgânico, a erosão hídrica e a compactação. Por sua vez, garantir um processo eficiente de ciclagem dos nutrientes do solo da pastagem, em particular os nutrientes naturalmente liberados no solo pela decomposição mais lenta e gradual e a mineralização da matéria orgânica, favorece a sua longevidade produtiva.

Portanto, a construção da fertilidade do solo em pastagens vai além de ações diretas, como a simples adubação do solo, sendo necessário fortalecer a base dessa construção, que está alicerçada em dois pilares: o aumento do teor de matéria orgânica e da eficiência na ciclagem de nutrientes. O objetivo final é a melhoria das propriedades biológicas, químicas e físicas do solo, as quais, em conjunto, irão aumentar a qualidade e a fertilidade do solo e, como consequência, a produtividade da pastagem. Sem o fortalecimento dessa base, a construção da

fertilidade do solo da pastagem não será um objetivo sustentável, do ponto de vista econômico e agrônomo.

Objetiva-se neste texto discutir a importância de estratégias de manejo que contribuam para a construção da fertilidade do solo sob pastagens e as formas diretas e indiretas de monitorar essa fertilidade.

Manejo da fertilidade do solo em pastagens: a importância da matéria orgânica

O manejo da pastagem compreende ações antropogênicas que interferem no funcionamento desse ecossistema. A forma pela qual se maneja o solo da pastagem impacta significativamente a sua fertilidade e, portanto, a longevidade produtiva desse sistema de produção.

Em pastagens, o manejo da fertilidade do solo deve basear-se em práticas que potencializem a ciclagem dos nutrientes e reduzam suas perdas. Além disso, deve-se priorizar a entrada desses nutrientes no sistema, mediante técnicas que aumentem o teor da matéria orgânica do solo

O teor de matéria orgânica é considerado um indicador importante da qualidade do solo (Feigl et al., 2019; Lal, 2004). Em pastagens, o estoque de matéria orgânica do solo varia de acordo com as taxas de entrada, via resíduos vegetais e animais, e as taxas de saída, notadamente por meio da erosão hídrica, através do escoamento superficial da água da chuva e da oxidação (decomposição) da matéria orgânica, processada pelos microrganismos do solo.

O principal mecanismo de entrada da matéria orgânica no solo da pastagem é a fotossíntese, por meio da qual o carbono atmosférico retirado do ar é incorporado ao tecido vegetal das forrageiras presentes na pastagem.

Pastagens produtivas, ou seja, aquelas que apresentam uma cobertura forrageira eficiente do solo, se destacam pela alta capacidade de acumular matéria orgânica, principalmente por meio da densa e profunda massa radicular das gramíneas C_4 . De fato, diversos estudos sugerem que a formação da matéria orgânica do solo é oriunda principalmente das raízes e não da parte aérea (Bayer et al., 2019). As raízes, além de serem fonte de matéria orgânica, também contribuem para reter

as partículas de solo e facilitar a infiltração da água da chuva, diminuindo, com isso, o potencial de erosão laminar.

Em contrapartida, nas pastagens em degradação, ou degradadas, nas quais não haja uma cobertura eficiente do solo pelas plantas forrageiras, as taxas de perda de carbono orgânico tendem a superar as taxas de acúmulo. Isso ocorre, principalmente, pela maior taxa de decomposição da matéria orgânica, incentivada pelas condições ambientais. Ou seja, essas taxas são diretamente relacionadas às respostas às variações bruscas de temperatura e umidade do solo desprovido da cobertura vegetal e à erosão hídrica, decorrente da exposição do solo ao impacto direto das gotas de chuva e aumento no volume da enxurrada. Nesse caso, existe também a perda do próprio solo mediante o transporte, via escoamento superficial, de partículas que são desagregadas pelo impacto das gotas de chuva (Merten; Minella, 2019).

A temperatura e a umidade do solo são fatores ambientais importantes os quais, juntamente com a aeração do solo, interferem na taxa de decomposição da matéria orgânica. Normalmente, quanto maiores a temperatura, a umidade do solo e a disponibilidade de oxigênio, maior também será a taxa de decomposição da matéria orgânica (Bayer et al., 2019). Isto é, a maior exposição aos raios solares aumenta a temperatura do solo, elevando a decomposição da matéria orgânica. Assim, a cobertura eficiente do solo da pastagem, por criar um microclima favorável à redução da taxa de decomposição do carbono orgânico, contribui para elevar o tempo médio de permanência da matéria orgânica no solo. Essa cobertura contribui também para elevar o teor de matéria orgânica, pelo aporte das fitomassas residuais das raízes e da parte aérea das plantas forrageiras. Esses eventos auxiliam na elevação da qualidade biológica, física e química do solo da pastagem, decorrente do aumento nos estoques de matéria orgânica.

Adubação e correção do solo

A formação e a posterior manutenção da cobertura vegetal, composta pelas plantas forrageiras na pastagem, demandam, como um dos requerimentos indispensáveis, teores adequados de nutrientes essenciais no solo.

Como ocorre com qualquer ecossistema agrícola, a produtividade do agrossistema da pastagem tende a declinar com o tempo. Frequentemente,

esse declínio é motivado, direta ou indiretamente, pela queda na fertilidade do solo. Quando isso ocorre, a fertilidade do solo tem que ser recomposta, em curto prazo, por intervenção direta do manejador da pastagem, isto é, pela adubação ou pelo uso de corretivos e condicionadores.

No manejo profissional da pastagem, quer dizer, na chamada “pastagem empresarial” (Dias-Filho, 2017), a aplicação de adubos, corretivos e condicionadores do solo deve ser fundamentada em algumas regras básicas. Ou seja, a intervenção direta do manejador da pastagem na construção da fertilidade do solo deve estar incorporada a questões econômicas e agrônômicas, com a atenção aos princípios ambientais. Para isso, essas intervenções devem ser programadas de acordo com uma análise criteriosa das condições químicas e físicas do solo, conhecimento da exigência em fertilidade do solo das plantas forrageiras presentes na pastagem e uma plena definição das metas de produtividade (produção de forragem) esperadas.

O objetivo é atingir o máximo de eficiência e o mínimo de desperdício na construção da fertilidade do solo da pastagem, buscando a produtividade pretendida e diminuindo os riscos de contaminação ambiental, em particular do lençol freático e de cursos d'água. Assim, por meio de aplicações criteriosas de fertilizantes e corretivos, compensa-se, de forma responsável, racional e eficiente, as perdas e carências naturais de nutrientes do solo.

Em uma “pastagem empresarial”, os cuidados com o manejo, em áreas recém-adubadas, devem ser redobrados. Nessa situação, a taxa diária de crescimento das forrageiras tende a aumentar drasticamente, em decorrência do aumento na disponibilidade de nutrientes minerais do solo. Por essa razão, o nível gerencial de sistemas de produção, que sofrem adubação de pastagens, deve ser ainda maior. O motivo é que, em pastagens adubadas, os ajustes de intensidade e frequência de pastejo devem primar pela eficácia, assegurando maior rentabilidade no uso de fertilizantes e corretivos, via aumento na eficiência de pastejo.

Ciclagem de nutrientes em pastagens

Tornar mais eficiente a ciclagem dos nutrientes no ecossistema da pastagem é uma estratégia importante para garantir a preservação e construção da fertilidade do solo. Essa eficiência está diretamente relacionada à longevidade produtiva da pastagem.

Determinadas estratégias de manejo podem interferir na eficiência da ciclagem de nutrientes na pastagem. Dentre essas estratégias, destacam-se o manejo do pastejo, mais especificamente, as intervenções para o ajuste da pressão e frequência de pastejo. Tais intervenções visam aumentar a eficiência de pastejo, diminuindo a probabilidade de acúmulo de forragem não consumida (forragem “passada”), ou, em outro extremo, o superpastejo, com a consequente exposição do solo e a chance de proliferação de plantas daninhas e a perda de nutrientes minerais.

Outras estratégias igualmente importantes são o manejo da pastagem, em particular adubações e correções do solo, o controle das plantas daninhas e o eventual uso do fogo (Dias-Filho, 2011; Dias-Filho; Lopes, 2019; Dubex Júnior et al., 2013).

Manejo do pastejo

O pastejo afeta a ciclagem de nutrientes, podendo, portanto, interferir na dinâmica de funcionamento do ecossistema da pastagem. Por meio do consumo da forragem e a subsequente excreção de urina e fezes, o gado tem a capacidade de concentrar parte dos nutrientes retirados do solo, pelas raízes das plantas forrageiras, para áreas relativamente bem menores, definidas pelas manchas de urina e placas de fezes depositadas sobre o solo. A deposição no solo das excreções das fezes e urina, que concentram os produtos não absorvidos pelo organismo do bovino, apresenta uma alta concentração de minerais. Esse excesso de minerais pode causar a morte de folhas e raízes das plantas muito próximas às excreções (Figura 1).



Foto: Moacyr Bernardino Dias-Filho

Figura 1. Detalhe da deposição de uma placa de fezes bovina sobre a pastagem. Observa-se a “queima” das folhas do capim próximas à placa de fezes, em decorrência da alta concentração de minerais.

Esse repentino aumento na concentração de minerais, em áreas relativamente pequenas, formadas pelas zonas do solo cobertas pelas fezes e urina, tende a favorecer as perdas desses minerais do sistema. O motivo é que o grande acúmulo temporário de minerais no solo, concentrado nas áreas afetadas pelas placas de fezes e manchas de urina, diminui a eficiência de aproveitamento desses minerais pelas raízes das plantas e pela fauna do solo. O potencial de perda pode ser ainda bem maior, quando as placas de fezes e manchas de urina são depositadas em locais desprovidos de vegetação.

A distribuição irregular de fezes e urina, típica de sistemas mais extensivos, sob lotação contínua, também contribui para agravar o potencial de perda de nutrientes do solo da pastagem. Em sistema de pastejo sob lotação rotativa, a distribuição de fezes e urina, assim como o consumo das plantas forrageiras, tendem a ser mais uniformes. Esse aspecto do sistema de pastejo rotativo favorece a eficiência de aproveitamento, pelas plantas e fauna do solo, dos minerais que retornam ao solo por intermédio das excreções animais.

As saídas de nutrientes do sistema, por meio da exportação de produtos animais (carne, leite etc.), também podem interferir na eficiência da ciclagem de nutrientes da pastagem e, como consequência, na construção da fertilidade do solo. Porém, em termos relativos a outras possíveis fontes de perda, como a erosão do solo, a taxa de decomposição da matéria orgânica e eventuais queimas, o impacto negativo da saída de nutrientes via produtos animais tende a ser relativamente menor (Figura 2).

Outro aspecto importante, relacionado ao manejo do pastejo e à ciclagem de nutrientes, é a eficiência de pastejo, ou seja, a eficiência com que a forragem produzida é colhida pelo animal.

Ajustes de carga e do tempo de uso da pastagem (intensidade e frequência de pastejo) são importantes para aumentar a eficiência de pastejo, diminuindo o percentual de forragem não consumida, ou o aparecimento de áreas superpastejadas.

Ciclagem do fósforo

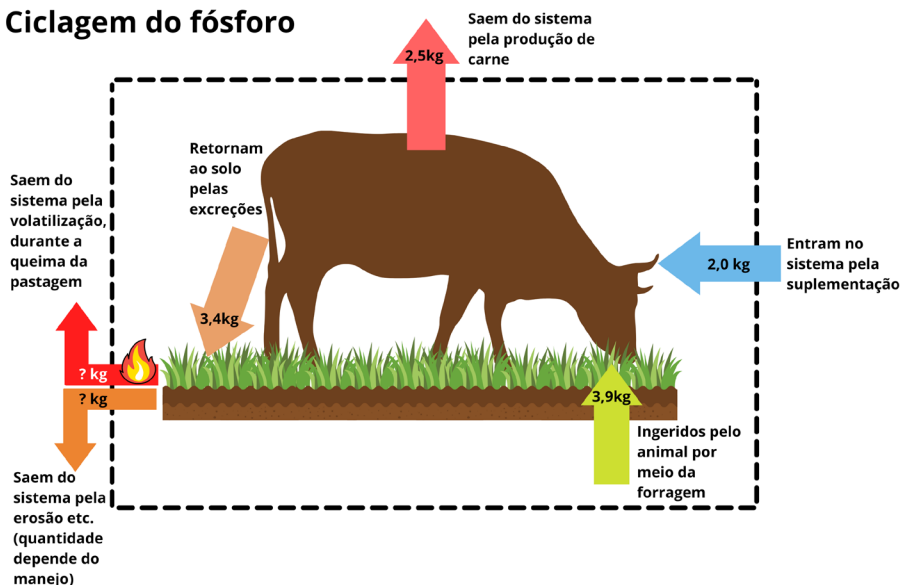


Ilustração: Moacyr Bernardino Dias-Filho

Figura 2. Modelo teórico simplificado da ciclagem anual do fósforo, em sistema de pastagem de *Brachiaria brizantha* ‘Marandu’ (linha pontilhada), para produção de carne, com taxa média de lotação de 0,8 UA por hectare.

Fonte: Adaptado de Dias-Filho (2011).

Controle das plantas daninhas

A proliferação de plantas daninhas na pastagem, em particular as plantas daninhas perenes e lenhosas, desencadeia o fenômeno da “imobilização biológica” dos nutrientes minerais absorvidos do solo por essas plantas (Dias-Filho, 2011). Nesse fenômeno, os minerais retirados do solo pelas raízes das plantas daninhas ficam temporariamente sequestrados na biomassa dessas plantas. Como a maioria das plantas daninhas não é consumida pelo gado, a duração desse episódio de sequestro de nutrientes minerais pode ser relativamente longa. Com isso, a dinâmica da ciclagem de nutrientes é afetada, tornando esses nutrientes indisponíveis, por tempo indeterminado, para serem absorvidos pelas plantas forrageiras.

Essa imobilização biológica é potencializada pela eficiência na habilidade de reabsorção interna, presente nas plantas daninhas (Dias-Filho, 2011). Nesse processo de reabsorção interna, grande parte dos nutrientes minerais essenciais, como o nitrogênio e o fósforo, presentes na biomassa da planta daninha, é transferida

dos tecidos mais velhos para os mais novos, antes da senescência e quedas das folhas e ramos. Por essa razão, a biomassa senescente, oriunda das plantas daninhas, em geral, tem concentração de nutrientes relativamente baixa. Ou seja, a necromassa formadora da liteira (serrapilheira) sobre o solo de uma pastagem, com alta infestação de plantas daninhas perenes, tende a ser de baixa qualidade, em termos do conteúdo de nutrientes minerais. Dessa forma, o gradativo aumento na biomassa de plantas daninhas em pastagens pode favorecer a diminuição do teor no solo de nutrientes minerais importantes para produtividade desse ecossistema. Dentre esses nutrientes, o fósforo, por ter mobilidade relativamente alta no interior da planta, tende a ser muito sensível a esse fenômeno (Dias-Filho, 2011).

Assim, o controle e a prevenção do aparecimento das plantas daninhas em pastagens podem atuar indiretamente na construção da fertilidade do solo nesse ecossistema.

Uso do fogo

Até meados dos anos 1980, o fogo era uma prática de manejo relativamente comum em áreas de pastagens no Brasil. Atualmente, os eventos de fogo em pastagens são, em grande parte, acidentais, sendo os eventos não acidentais, ou seja, voluntários, cada vez menos praticados e raramente recomendados. No entanto, a queima voluntária de pastagens ainda ocorre com frequência preocupante em alguns locais do Brasil, em particular nas regiões Centro-Oeste e Norte.

Os casos de queima voluntária objetivam, dentre outros, o controle de plantas daninhas, a eliminação da forragem não consumida pelo gado (forragem passada) ou, em alguns casos, o controle de pragas, como a cigarrinha-das-pastagens. Portanto, em algumas circunstâncias, a aparente necessidade do uso do fogo em pastagens resulta de erros de manejo praticados no passado.

Sob o enfoque da fertilidade do solo, o uso do fogo em pastagens não contribui para construir essa fertilidade, apenas provoca mudanças drásticas na dinâmica da compartimentalização dos diversos nutrientes minerais nesse ecossistema. Parte desses nutrientes tem a sua disponibilidade momentaneamente aumentada no solo da pastagem, geralmente favorecendo a sua perda. As mudanças mais danosas que podem ocorrer no solo de uma pastagem que sofreu queima são provocadas, em grande parte, de forma indireta.

Assim, logo após a queima, o solo sofre alterações importantes. Essas alterações são causadas pela supressão temporária de parte da vegetação e da liteira, assim

como pelo aumento da repelência do solo à água, decorrente da ação do calor do fogo. Dentre essas alterações, destacam-se a maior exposição do solo aos raios solares, incentivando o aumento na taxa de degradação da matéria orgânica; maior impacto das gotas de chuva no solo descoberto, facilitando a desestruturação e compactação; e o aumento do escoamento superficial e, como consequência, do processo erosivo (Figura 3).

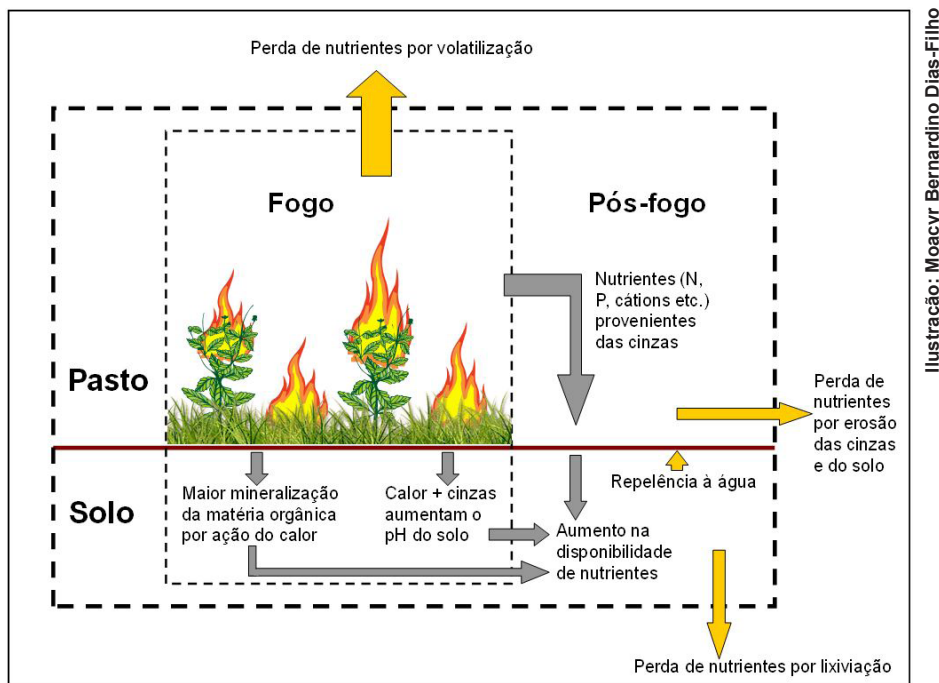


Figura 3. Modelo do fluxo de nutrientes durante e após a queima da pastagem.

Fonte: Adaptado de Dias-Filho (2011) e Dias-Filho e Lopes (2019).

Tanto a repelência do solo à água, provocada pelo calor do fogo, quanto a compactação superficial, causada pelo impacto das gotas de chuva no solo descoberto, tendem a facilitar o desenvolvimento de uma crosta, ou selamento superficial, na superfície do solo, consistindo em uma camada fina, bastante adensada, que altera as condições hidrológicas da superfície do solo, principalmente a redução significativa nas taxas de infiltração da água da chuva. Tais alterações podem intensificar o escoamento superficial e a erosão hídrica pluvial (Bertol et al., 2019).

Portanto, a queima da pastagem, principalmente quando praticada rotineiramente, ao invés de contribuir para construir a fertilidade do solo, pode provocar a perda da camada superficial desse solo e, como consequência, incentivar a desconstrução da sua fertilidade.

Os efeitos negativos da queima da pastagem são potencializados em relevos mais declivosos e sob condições que dificultam o rebrote pós-fogo da pastagem, como ocorre em queimas praticadas durante períodos secos mais severos. Portanto, uma recomendação importante de manejo da pastagem que sofreu queima é a imediata proteção da área queimada contra o pisoteio e o pastejo prematuros (Dias-Filho, 2011). O objetivo é estimular o rebrote do capim e, assim, garantir a proteção do solo pela vegetação. Além disso, o desenvolvimento da pastagem, logo após a queima, permite melhor aproveitamento dos nutrientes minerais liberados da biomassa queimada e depositados sobre o solo na forma de cinzas.

Em decorrência disso, a queima da pastagem é ainda mais prejudicial quando praticada em áreas declivosas (Figura 4), ou que não tenham percentual de capim que seja capaz de garantir uma cobertura eficiente e rápida do solo logo após a queima.

Foto: Moacyr Bernardino Dias-Filho



Figura 4. Detalhe de uma pastagem recém queimada de *Brachiaria brizantha* 'Marandu', formada em área declivosa.

Monitorando a fertilidade do solo sob pastagem

Em pastagens, o monitoramento da fertilidade do solo pode ser feito de modo direto e indireto. A forma direta de monitorar a fertilidade do solo se baseia em análises químicas efetuadas em laboratórios especializados.

Um requisito indispensável para a validação dos resultados das análises químicas do solo é a coleta criteriosa das amostras desse solo (Anghinoni et al., 2019). A razão para isso é que a pequena amostra coletada deverá representar, com a maior precisão possível, a fertilidade do solo de toda a área para a qual se pretende extrapolar os resultados da análise feita no laboratório.

Além da necessidade da amostragem criteriosa do solo no campo, outro requisito importante para legitimar os resultados da análise laboratorial do solo é a forma como as amostras são armazenadas; tanto após a coleta, antes do envio ao laboratório, como no próprio laboratório, antes da realização da análise. Assim, amostras armazenadas de forma inapropriada podem sofrer alterações e não serem representativas das características químicas reais do solo amostrado.

Por meio do monitoramento direto da fertilidade do solo, ou seja, pela coleta criteriosa de solo e análises químicas em laboratório, é possível avaliar precocemente a sua fertilidade. Esse procedimento permite que medidas de manejo, incluindo a adubação, sejam implementadas antes que problemas mais graves, decorrentes da queda de fertilidade, se agravem.

A fertilidade do solo também pode ser estimada indiretamente, de forma subjetiva, por meio do monitoramento sistemático de indicadores, ou sinais visuais, relacionados à produtividade da pastagem. Esse tipo de monitoramento, pela relativa facilidade de condução, deve ser uma tarefa rotineira na propriedade rural. No entanto, ao contrário do monitoramento direto, essa forma de monitoramento não permite a detecção prematura de problemas ligados à queda da fertilidade do solo da pastagem, pois, geralmente, esses indicadores só se evidenciam quando o problema já está, de certa forma, bem estabelecido.

Um intento importante dessa forma de monitoramento da fertilidade do solo da pastagem é estabelecer a necessidade da realização de análises convencionais (ou seja, laboratoriais) de solo, ou auxiliar na validação dos resultados de análises já realizadas.

A percepção desses indicadores ou sinais visuais de fertilidade do solo é uma tarefa que requer experiência prática e conhecimento teórico por parte do manejador da pastagem. Um exemplo peculiar desses indicadores são os sinais de deterioração da fertilidade do solo e, como consequência, de degradação da pastagem. Nesse caso, um sinal relevante é o aparecimento e posterior proliferação na pastagem de determinadas plantas espontâneas, pouco exigentes em fertilidade do solo e de baixo valor nutritivo.

Dependendo da região, diversas plantas têm esse perfil, sendo, portanto, indicadores relativamente confiáveis da queda de fertilidade do solo e do processo de degradação da pastagem. Algumas das plantas com esse perfil comumente encontradas em vários locais do Brasil são o capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*) (Figura 5), o capim-sapé (*Imperata brasiliensis*) e algumas gramíneas dos gêneros *Homolepis*, *Paspalum* e *Axonopus*. Dentre as dicotiledôneas, são boas indicadoras da queda de fertilidade do solo e da deterioração da pastagem a proliferação da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*) (Figura 6) e da ciganinha (*Memora peregrina*), dentre outras espécies ecologicamente semelhantes.

Foto: Moacyr Bernardino Dias-Filho



Figura 5. Capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*).



Fotos: Moacyr Bernardino Dias-Filho

Figura 6. Peculiaridade referente ao crescimento da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*). No detalhe, a inflorescência da espécie.

Outro indicador visual importante no monitoramento do declínio da fertilidade do solo na pastagem é o aumento de áreas de solo descoberto. Nesse caso, a expansão dessas áreas, no decorrer do tempo, pode ser tanto causa como consequência da queda de fertilidade do solo e da degradação da pastagem (Dias-Filho, 2011). Portanto, a interpretação correta desse indicador depende da experiência prática do manejador.

A proliferação de cupinzeiros (cupins de montículos) (Figura 7) na pastagem é considerada uma consequência do processo de degradação (Dias-Filho, 2011). Normalmente, a presença de cupinzeiros está relacionada à queda de fertilidade do solo, podendo, portanto, ser um indicador relativamente confiável da baixa fertilidade do solo. Nesse caso, o alastramento de cupinzeiros pode ser interpretado como o resultado do manejo inadequado do solo e da pastagem e, principalmente, como um desequilíbrio ambiental.

Embora quedas progressivas da capacidade de suporte de uma dada pastagem nem sempre estejam diretamente relacionadas à diminuição da fertilidade do solo (Dias-Filho, 2011), o declínio da fertilidade do solo sempre implica na redução da taxa de lotação da pastagem. Assim, a queda da capacidade de suporte pode também ser considerada um indicador de declínio da fertilidade do solo e de degradação da pastagem.

Foto: Moacyr Bernardino Dias-Filho



Figura 7. Cupinzeiro (cupim de montículo) em pastagem de *Brachiaria brizantha* 'Marandu'.

A presença de sinais de erosão hídrica na pastagem (Figura 8) tem sido apontada tanto como a causa, como a consequência da degradação do solo (Bertol et al., 2006). Portanto, é possível associar a existência de erosão no solo da pastagem como indicador de queda de fertilidade e, como consequência, um sinal de degradação da pastagem.

Foto: Moacyr Bernardino Dias-Filho



Figura 8. Presença de erosão, provocada pelo escoamento superficial da água da chuva, em pastagem de *Brachiaria brizantha* 'Marandu'.

Considerações finais

A manutenção da fertilidade do solo em níveis adequados é um requisito básico para preservar a produtividade da pastagem. Práticas de manejo que preservem ou aumentem os teores de matéria orgânica, minimizem as perdas de nutrientes do solo e elevem a eficiência de uso desses nutrientes contribuem para a construção e a manutenção da fertilidade do solo sob pastagens. Essas práticas de manejo devem ter por finalidade promover a estabilidade da cobertura eficiente do solo pelas plantas forrageiras e impulsionar a ciclagem dos nutrientes no ecossistema da pastagem.

A condução profissional da atividade pecuária tem como um dos requisitos básicos o monitoramento rotineiro da fertilidade do solo da pastagem. A necessidade de adequar a fertilidade do solo da pastagem para as metas de produção esperadas deve ser definida pelos resultados das análises de solo.

A análise laboratorial de fertilidade do solo, quando feita regularmente, possibilita um controle precoce, em tempo real, das condições de fertilidade do solo, permitindo intervenções estratégicas na correção, ou manutenção das metas de produtividade almejadas.

Alternativamente, a observação e a interpretação criteriosas de indicadores visuais, no ecossistema da pastagem, que manifestem as condições de fertilidade do solo, podem ser úteis na percepção subjetiva dessa fertilidade. No entanto, muitos desses indicadores só se tornam perceptíveis quando os problemas que o geraram já estão em fase avançada de evolução. Por essa razão, essa alternativa de monitoramento indireto da fertilidade do solo da pastagem tem função secundária. Ou seja, deve apenas ser usada para estabelecer a necessidade da realização de análises laboratoriais de solo, ou auxiliar na validação dos resultados de análises já realizadas.

Referências

ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; CARMONA, F. de C. Inter-relações entre manejo e atributos químicos do solo. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. cap. 9, p. 250-279.

BAYER, C.; KIECKOW, J.; CONCEIÇÃO, P. C.; SANTOS, J. C. F. dos. Sistemas de manejo conservacionista e qualidade de solos, com ênfase na matéria orgânica. In: BERTOL, I.; DE

MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. cap. 11, p.315-343.

BERTOL, I.; CASSOL, E. A.; BARBOSA, F. T. Erosão do solo. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. cap. 11, p. 423-460.

BERTOL, I.; MAFRA, A. L.; POGO, N. O. Conservação do solo em pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; SILVA, S. C. da; FARIA, V. P. de (ed.). **As pastagens e o meio ambiente**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 139-163.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. reimp. Belém, PA, 2011. 215 p.

DIAS-FILHO, M. B. **Manejo profissional da pastagem**: fundamento para uma pecuária empresarial. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 431). Disponível em: <https://bit.ly/2xLnyBn>. Acesso em: 29 nov. 2019.

DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, M. J. dos S. Manejo do solo em pastagens. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. cap. 36, p. 1163-1181.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. dos; MELLO, A. C. L. de. Ciclagem de nutrientes em pastagens. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.). **Forragicultura**: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal: M. de L. Brandel-ME, 2013. p. 81-92.

FEIGL, B. J.; OLIVEIRA, B. G. de; FRANCO, A. L. C.; FRAZÃO, L. A. Inter-relação entre manejo e atributos biológicos do solo. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. cap. 10, p. 280-313.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global. **Science**, v.304, p.1623, 2004.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Hidrologia de superfície relacionada ao manejo e à conservação do solo. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. cap. 12, p. 345-391.



Amazônia Oriental

